

ANALISIS DISTRIBUSI KECEPATAN ALIRAN SUNGAI MUSI (RUAS JEMBATAN AMPERA SAMPAI DENGAN PULAU KEMARO)

Fathona Fajri Junaidi

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis : fathona.fajri@gmail.com

Abstrak

Sungai merupakan saluran terbuka yang terbentuk secara alami di permukaan bumi dan tidak hanya menampung air tetapi juga mengalirkannya dari bagian hulu ke bagian hilir. Sungai Musi berfungsi sebagai sarana transportasi, pusat perdagangan, industri, sumber air bersih, drainase dan pengendalian banjir Kota Palembang. Kegiatan yang terjadi di sungai dapat dipengaruhi oleh distribusi kecepatan aliran sungai. Dalam penelitian ini analisis distribusi kecepatan aliran akan dilakukan untuk mengetahui distribusi kecepatan aliran pada permukaan serta debit, dan bagaimana menentukan karakteristik aliran. Kemudian distribusi kecepatan aliran sungai diplot dengan menggunakan program Surfer 11. Data dari lapangan diolah dan dianalisis. Karakteristik aliran kemudian ditentukan dengan menggunakan Bilangan Froude dan Bilangan Reynold. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aliran adalah turbulen dan subkritis.

Kata Kunci : aliran terbuka, distribusi kecepatan aliran, karakteristik aliran, surfer 11

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sungai merupakan saluran terbuka yang terbentuk secara alamiah di atas permukaan bumi, tidak hanya menampung air tetapi juga mengalirkannya dari bagian hulu ke bagian hilir. Di Kota Palembang terdapat Sungai Musi, sungai ini membelah Kota Palembang menjadi dua bagian yaitu Seberang Ilir dan Seberang Ulu. Jembatan Ampera yang menjadi ikon Kota Palembang pun melintas di atas sungai ini. Sungai Musi berfungsi sebagai alat transportasi sungai, pusat perdagangan, industri, sumber air bersih, drainase dan pengendalian banjir Kota Palembang.

Kondisi aliran dalam saluran terbuka yang rumit berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan yang bebas cenderung berubah sesuai waktu dan ruang. Alur sungai akan selalu ada alur yang lurus, kelokan (*meander*) dan bercabang. Pada kelokan sungai sering terjadi permasalahan yaitu penggerusan

sungai baik penggerusan pada dasar sungai maupun pada dinding sungai, hal ini dapat mengakibatkan keruntuhan pada dinding sungai sehingga dapat menyebabkan kerusakan infrastruktur yang ada disekitar kelokan. Salah satu data yang diperlukan dalam perencanaan tersebut adalah debit, dimana debit tersebut akan diperoleh dari pengolahan data lapangan berupa lebar penampang aliran, kedalaman dan distribusi kecepatan.

Analisis angkutan sedimen senantiasa membutuhkan data kecepatan aliran dan setiap perencanaan bangunan air akan memperhitungkan masalah angkutan sedimen yang terjadi, bersamaan dengan kecepatan arus pada aliran. Kombinasi antara perubahan setiap parameter saluran akan mempengaruhi kecepatan yang terjadi. Disisi lain perubahan kecepatan tersebut akan menentukan keadaan dan jenis aliran. Hal ini lah yang ingin

diketahui untuk menentukan pengaruh kecepatan yang terjadi.

Sehubungan dengan masalah tersebut diadakan suatu penelitian terhadap distribusi kecepatan aliran sungai pada Sungai Musi (Jembatan Ampera sampai dengan Pulau Kemaro) yang dipengaruhi keadaan fisik aliran sungai berupa lebar, kedalaman dan variasi kecepatan aliran. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada yang berkepentingan untuk mengetahui situasi aliran Sungai Musi pada ruas yang ditinjau.

1.2. Perumusan Masalah

Pada ruas aliran Sungai Musi mulai dari Jembatan Ampera sampai dengan Pulau Kemaro ini terdapat beberapa masalah antara lain bagaimana distribusi kecepatan aliran sungai pada masing-masing *cross section* atau potongan melintang, selain itu bagaimana menentukan jenis aliran yang dipengaruhi oleh kecepatan aliran sungai itu sendiri. Penulis telah mengkaji permasalahan berikut melalui penelitian ini. Oleh karena itu dilaksanakan peninjauan kelapangan untuk mendapatkan sejumlah data primer.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui distribusi kecepatan aliran dari setiap *cross section* atau potongan melintang di lapangan, hasil dari analisis distribusi kecepatan aliran pada potongan melintang dapat dibuat pemodelan dengan aplikasi *Surfer* agar mengetahui pola kecepatan aliran.
2. Mengetahui jenis aliran yang terjadi pada aliran lurus maupun tikungan dari pengaruh kecepatan aliran sungai.

1.4. Ruang Lingkup Pembahasan

Berdasarkan permasalahan di atas penelitian difokuskan untuk menggambarkan distribusi kecepatan aliran yang terjadi pada permukaan Sungai Musi Jembatan Ampera sampai dengan Pulau Kemaro (Pasar 16 Ilir merupakan awal dari potongan yang ditinjau).

Selanjutnya cara yang digunakan untuk menganalisis distribusi kecepatan aliran yaitu dengan menggunakan metode pendistribusian kecepatan pada permukaan aliran sungai dan program *Surfer*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Sri Nurwahyuni (2013), telah melakukan studi eksperimen distribusi kecepatan aliran sungai. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui distribusi kecepatan menggunakan metode Point Integrated Sampling (PIS) yaitu pengukuran pada titik-titik yang telah ditentukan pada arah vertikal maupun transversal.

Penelitian ini menggunakan model saluran terbuka (*open channel*). dan menggunakan alat ukur tabung pitot untuk pengambilan data kecepatan. Kecepatan diukur pada titik tertentu yaitu 6 titik arah transversal dan tiap titik pengukuran arah transversal diukur 6 titik ke dalaman vertikal, sehingga total pengukuran tiap tampang 36 titik yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan maksimum berada pada 0,86d dan pada saat mendekati dasar saluran kecepatan aliran mendekati nol. Hubungan antara, volume, tinggi muka air dan kecepatan terhadap debit masing-masing menunjukkan hubungan linear.

Hubungan antara volume pengaliran, tinggi muka air dari dasar saluran, dan kecepatan aliran terhadap debit adalah berbanding lurus. Nilai kecepatan aliran semakin ke atas diperoleh kondisi maksimal pada 0.86d. Sebaliknya, semakin mendekati dasar saluran nilai kecepatan aliran semakin kecil bahkan mendekati nol. Kurva Distribusi kecepatan pada penampang melintang berbentuk parabolik. Ini berarti, semakin mendekati tengah saluran maka semakin besar nilai kecepatan yang diperoleh.

2.2. Landasan Teori

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) maupun aliran pipa (*pipe flow*). Perbedaanannya adalah pada aliran saluran terbuka harus memiliki permukaan bebas (*free*

surface), sedangkan aliran pipa tidak. Karena pada aliran pipa air harus mengisi seluruh saluran. Permukaan bebas dipengaruhi oleh tekanan udara. Pada aliran pipa, air yang terkurung dalam saluran tertutup tidak terpengaruh secara langsung dengan tekanan udara, kecuali tekanan hidrolik.

Meskipun kedua jenis aliran itu hampir sama, penyelesaian masalah aliran pada saluran terbuka jauh lebih sulit dibandingkan dengan saluran pipa. Kondisi aliran pada saluran terbuka yang rumit berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan bebas cenderung berubah sesuai dengan waktu dan ruang, dan juga bahwa kedalaman aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan permukaan bebas terkait satu sama lain. Penampang melintang dalam pipa sudah tertentu, yang biasanya bundar. Namun pada saluran terbuka dapat beragam dari bentuk bundar sampai bentuk yang tidak teratur.

2.2.1. Pengertian Sungai

Suatu alur yang panjang di atas permukaan bumi tempat mengalirnya air yang berasal dari hujan disebut alur sungai. Perpaduan antara alur sungai dan aliran air di dalamnya disebut sebagai sungai. Proses terbentuknya sungai itu sendiri berasal dari mata air yang berasal dari gunung/pegunungan yang mengalir di atas permukaan bumi. Dalam proses selanjutnya aliran air ini akan bertambah seiring dengan terjadinya hujan, karena limpasan air hujan yang tidak dapat diserap bumi akan ikut mengalir ke dalam sungai, mengakibatkan terjadinya banjir. Dari pengertian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa sungai adalah saluran drainase yang terbentuk secara alamiah akibat dari pergerakan air diatas permukaan bumi yang tidak dapat diserap oleh bumi. Jika ditelaah lebih jauh, disekitar sungai juga terdapat bangunan-bangunan pelengkap yang tidak dapat dipisahkan dari sungai, karena juga berfungsi memperlancar kinerja sungai itu sendiri. Dengan kata lain daerah sungai meliputi aliran air dan alur sungai termasuk bantaran, tanggul, dan areal yang dinyatakan sebagai daerah sungai. Sebagai

tambahan daerah sungai meliputi tempat-tempat kedudukan bangunan persungai seperti tanggul dan daerah-daerah yang harus ditangani bersama dengan daerah sungai yang diuraikan di atas.

Dalam perjalanannya dari hulu menuju hilir, aliran sungai secara berangsur-angsur menyatu dengan banyak sungai lainnya. Penggabungan ini membuat tubuh sungai menjadi semakin besar. Apabila suatu sungai mempunyai lebih dari dua cabang, maka sungai yang daerah pengaliran, panjang dan volume airnya paling besar disebut sebagai sungai utama (*main river*). Sedangkan cabang yang lain disebut anak sungai (*tributary*). Suatu sungai kadang-kadang sebelum aliran airnya mencapai laut, sungai tersebut membentuk beberapa cabang yang disebut cabang sungai (*enfluent*).

2.2.2. Geometri Sungai

Geometri sungai adalah alur, palung dan lembah sungai yang diukur secara vertical dan horizontal/denah, dimana parameter yang dibutuhkan berupa panjang, lebar, kemiringan, dan ketinggian (*elevasi*). Pembentukan sungai merupakan suatu proses yang rumit, melibatkan banyak variabel. Secara garis besar merupakan gabungan antara aliran air dengan transportasi sedimen. Sungai sendiri merupakan saluran terbuka dengan ukuran geometrik berubah seiring waktu, tergantung debit, material dasar tebing serta jumlah dan jenis dari sedimen yang diangkut oleh air. Di dalam perencanaan saluran dikenal adanya variabel bebas (*dependent variable*). Variabel bebas merupakan masukan yang terdiri dari debit air, debit sedimen dan diameter partikel dasar. Lalu variable tak bebas merupakan hasil perhitungan yang terdiri dari lebar, kedalaman, kemiringan talud dan kemiringan dasar saluran.

2.2.3. Morfologi Sungai

Sifat-sifat suatu sungai dipengaruhi oleh luas, dan bentuk daerah pengaliran serta kemiringannya. Topografi suatu daerah sangat berpengaruh terhadap

morfologi sungai yang ada, daerah dengan bentuk pegunungan pendek-pendek mempunyai daerah pengaliran yang tidak luas dan kemiringan dasarnya besar. Sebaliknya daerah dengan kemiringan dasarnya kecil biasanya mempunyai daerah pengaliran yang luas. Hal-hal yang berkaitan erat dengan morfologi sungai antara lain bentuk aliran, dimensi aliran, bentuk badan aliran, kemiringan saluran, daya tampung, dan sifat alirannya. Adapun pengaruh dari morfologi sungai ini berkaitan dengan keadaan pola aliran sungai.

Kenampakan pola aliran dapat menunjukkan suatu bentuk permukaan bumi, misalnya daerah gunung api atau muka bumi yang terbentuk akibat patahan. Suatu pola aliran sungai tidak selalu merupakan dalam satu DAS.

2.2.4. Aliran Sebagai Saluran Terbuka

Aliran melalui saluran terbuka adalah saluran dimana air mengalir dengan muka bebas serta tekanan di permukaan air adalah sama (tekanan atmosfer). Kondisi aliran dalam saluran terbuka yang rumit berdasarkan kenyataan bahwa kedudukan permukaan yang bebas cenderung berubah sesuai waktu dan ruang, dan juga bahwa kedalaman aliran, debit dan permukaan bebas adalah tergantung sama lain. Kondisi fisik saluran terbuka jauh lebih bervariasi dibandingkan dengan pipa. Kombinasi antara perubahan setiap parameter saluran akan mempengaruhi kecepatan yang dimana kecepatan tersebut akan menentukan keadaan dan sifat aliran.

Aliran saluran terbuka dapat diklasifikasikan menjadi berbagai jenis dan diuraikan dengan berbagai cara. Berikut adalah beberapa jenis aliran pada saluran terbuka:

1. Aliran Laminer dan Turbulen

Aliran laminer ditandai dengan lintasan partikel fluida sepanjang lintasan yang halus dan membentuk lapisan-lapisan tertentu. lintasan partikel yang berurutan mengikuti lintasan yang benar. Aliran Turbulen ditandai dengan campuran antara lapisan-lapisan fluida yang berbeda terjadi

pada harga bilangan Reynolds yang lebih tinggi, pada jenis aliran ini dimana hampir tidak terdapat garis edar tertentu yang dapat dilihat.

2. Aliran Kritis, Subkritis dan Superkritis

Aliran itu dikatan kritis apabila bilangan Froude sama dengan satu ($Fr=1$), dan aliran disebut subkritis (aliran tenang) apabila $Fr<1$ dan Superkritis apabila $Fr>1$, sedangkan aliran cepat (*rapid flow*) dan aliran mengerem (*shooting flow*) juga digunakan untuk menyatakan aliran superkritis.

3. Aliran Tetap dan Tidak Tetap

Aliran tetap terjadi apabila kedalaman, debit dan kecepatan rata-rata pada setiap penampang tidak berubah menurut waktu. Aliran tidak tetap terjadi apabila kedalaman, debit dan kecepatan rata-rata pada setiap penampang berubah menurut waktu .

4. Aliran Seragam dan Tidak Seragam

Aliran disebut seragam apabila berbagai variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan dan debit di sepanjang saluran adalah konstan. Demikian juga sebaliknya aliran tidak seragam itu terjadi apabila variabel aliran tersebut tidak konstan.

Berdasarkan sifat aliran, Aliran viskos dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu aliran laminer dan turbulen. Dalam aliran laminer partikel-partikel zat cair bergerak teratur mengikuti lintasan yang saling sejajar. Aliran ini terjadi apabila kecepatan kecil dan/atau kekentalan besar. Pengaruh kekentalan adalah sangat besar sehingga dapat meredam gangguan yang dapat menyebabkan aliran menjadi turbulen. Dengan berkurangnya kekentalan dan bertambahnya kecepatan aliran maka pada suatu batas tertemu akan menyebabkan terjadinya perubahan aliran dari laminar ke turbulen. Aliran turbulen gerak partikel-partikel zat cair tidak teratur. Aliran ini terjadi apabila kecepatan besar dan kekentalan zat cair kecil.

Pada tahun 1884 Osborne Reynolds melakukan percobaan untuk menunjukkan sifat-sifat aliran laminar

dan turbulen. Berdasarkan pada percobaan aliran di dalam pipa, Reynolds menetapkan bahwa untuk bilangan Reynolds dibawah 500, aliran pada kondisi tersebut adalah laminar. Aliran akan turbulen apabila bilangan Reynolds lebih besar 1000. Pada umumnya tipe aliran melalui saluran terbuka adalah turbulen, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding relatif besar.

Angka Reynolds mempunyai bentuk berikut ini :

$$Re = \frac{VD}{\nu} \dots\dots\dots (Persamaan II.1)$$

Dimana :

Re : Bilangan Reynolds

V : Kecepatan Aliran (m/s)

D : Panjang Karakteristik (m)

ν : Viskositas (m^2/s)

Adapun menurut J.K.Robert aliran fluida khususnya air diklasifikasikan berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya inersia (*inertial forces*) dengan gaya-gaya akibat kekentalan (*viscous forces*) menjadi tiga bagian, yaitu aliran laminar, aliran transisi dan aliran turbulen. Jadi untuk saluran terbuka alami (sungai) untuk masing-masing jenis aliran diklasifikasikan sebagai berikut, menurut J.K.Robert:

Laminer : $Re < 500$

Transisi : $500 < Re < 12500$

Turbulen : $Re > 12500$

Umumnya pada saluran terbuka mempunyai $Re > 12500$ sehingga aliran termasuk dalam kategori aliran turbulen (Robert J. Kodoatie.,2002)

Selain itu aliran melalui saluran terbuka juga dapat dibedakan menjadi aliran sub kritis (mengalir) dan super kritis (meluncur). Diantara kedua tipe tersebut aliran adalah kritis. Aliran disebut sub kritis apabila suatu gangguan (misalnya batu dilemparkan) kedalam aliran sehingga menimbulkan gelombang yang terjadi di suatu titik pada aliran dapat menjalar kearah hulu. Aliran sub kritis dipengaruhi oleh kondisi hilir, dengan kata lain keadaan di hilir akan

mempengaruhi aliran disebelah hulu. Apabila kecepatan aliran cukup besar sehingga gangguan yang terjadi tidak menjalar ke hulu maka aliran adalah super kritis. Dalam hal ini kondisi di hulu akan dipengaruhi aliran disebelah hilir. Penentuan tipe aliran dapat didasarkan pada nilai angka Froude (Fr) . Aliran adalah sub kritis apabila $Fr < 1$, kritis apabila $Fr = 1$, dan super kritis apabila $Fr > 1$. (Bambang,2003)

Jika $F < 1$ aliran bersifat subkritis,dalam keadaan ini peranan gaya tarik bumi lebih menonjol, dan bila $F > 1$, aliran bersifat superkritis, gaya inersia yang sangat menonjol, sehingga aliran mempunyai kecepatan tinggi dan cepat.

Bilangan Froude

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}} \dots\dots\dots (Persamaan II.2)$$

Dimana :

Fr : Bilangan Froude

V : Kecepatan Aliran (m/s)

g : Percepatan Gravitasi (m/s^2)

y : Panjang Karakteristik/Kedalaman (m)

2.3. Perhitungan Debit atas Dasar Pengukuran

Aliran sungai yang mengalir pada waktu yang sama, pasti akan terdapat persamaan kontinuitas didalamnya, yang dimana debit masuk itu setara dengan debit yang keluar. Hal ini memungkinkan dimana variasi kecepatan akan mengikuti memenuhi luasan permukaan basah dari suatu saluran. Singkat cerita jika kecepatan awal itu tinggi maka berdampak pada luas saluran keluar begitupun sebaliknya.

Azas kontinuitas

$$Q_{masuk} = Q_{keluar} \dots\dots\dots (Persamaan II.3)$$

$$V_1.A_1 = V_2.A_2 \dots\dots\dots (Persamaan II.4)$$

Dimana :

Q_{masuk} = debit aliran masuk

Q_{keluar} = debit aliran keluar

V1 = kecepatan aliran masuk

V2 = kecepatan aliran keluar

A1 = luas saluran ketika aliran masuk

A2 = luas saluran ketika aliran keluar

Mengingat bentuk palung dan alur sungai yang berubah-ubah, maka dalam pemilihan lokasi pengukuran debit harus dipertimbangkan pengaruh pola aliran dalam palung sungai. Besarnya debit dihitung menurut rumus *Velocity Area Method* :

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (\text{Persamaan II.5})$$

Dimana :

Q : Debit (m^3/s)

A : Luas Penampang Basah (m^2)

V : Kecepatan Rata-rata (m/s)

2.4. Distribusi Kecepatan pada Penampang Saluran

Kecepatan aliran tidak sama sepanjang tubuh kanal sungai hal ini tergantung dari bentuk, kekasaran kanal sungai dan pola sungai. Kecepatan terbesar terletak pada bagian tengah kanal dan bagian atas dari bagian terdalam kanal yang jauh dari seretan friksional pada bagian dinding dan dasar kanal.

Pada sungai berkelok, zona kecepatan maksimum berada pada bagian luar kelokan dan zona kecepatan minimum berada pada bagian dalam kelokan. Pola ini sebagai penyebab penting terjadinya erosi secara lateral pada kanal sungai dan migrasi pola sungai.

Dengan adanya suatu permukaan bebas dan gesekan di sepanjang dinding saluran, maka kecepatan dalam saluran tidak terbagi merata dalam penampang saluran. Kecepatan maksimum dalam saluran biasanya terjadi di bawah permukaan bebas sedalam 0,05 sampai 0,25 kali kedalamannya, makin dekat ketepi bearti makin dalam dan mencapai maksimum.

Distribusi kecepatan pada penampang saluran juga tergantung pada faktor-faktor lain, seperti bentuk penampang yang tidak lazim, kekasaran saluran dan adanya tekukan-tekukan. Pada arus yang lebar, deras dan dangkal atau saluran yang sangat licin kecepatan maksimum sering terjadi di permukaan bebas.

Kekasaran saluran dapat menyebabkan pertambahan kelengkungan kurva distribusi kecepatan vertikal. Pada tikungan, kecepatan meningkat pada bagian cembung, menimbulkan gaya sentrifugal pada aliran. Gerak melingkar pada saluran yang melengkung merupakan gejala yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan.

3. METODOLOGI

Metodologi penelitian dipakai dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis distribusi kecepatan aliran pada sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera samapi dengan Pulau Kemaro).

3.1. Studi Pustaka

Tahap studi pustaka yaitu mengumpulkan dan mempelajari bahan-bahan yang berhubungan dengan masalah-masalah yang akan dibahas. Bahan-bahan tersebut berupa bahan yang didapat dari jurnal-jurnal yang telah diseminarkan, tulisan-tulisan ilmiah, diktat-diktat, buku-buku maupun internet beserta studi penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik yang diteliti dan informasi yang menunjang.

3.2. Studi Lapangan

Teknik pengamatan ini didasarkan atas pengalaman secara langsung. Dalam studi lapangan ini terdiri dari dua langkah atau metode yang dilakukan yaitu :

a. Pra Survey

Pra survey adalah suatu metode yang dilakukan dengan mempersiapkan untuk mencari tempat atau lokasi yang akan dijadikan objek penelitian dan pengambilan sampel dengan meninjau langsung ke lapangan. Kalibrasi alat juga diperlukan saat pra survey agar mengecek keakuratan alat.

b. Survey

Langkah ini merupakan peninjauan langsung ke lokasi penelitian yang berguna untuk mendapatkan informasi dan data tentang objek yang akan diteliti. Informasi dan data tersebut meliputi lokasi

penelitian, kedalaman, lebar sungai dan lain-lain. Survey ini tidak hanya dilakukan satu kali saja.

3.3. Pengumpulan Data Secara Primer dan Sekunder

Metode pengumpulan data primer adalah metode data yang didapat langsung dari lapangan dengan cara peninjauan langsung ke lokasi penelitian. Data – data primer diperoleh berupa kecepatan aliran, kedalaman sungai, penampang melintang sungai, suhu, sampel sedimen, dan foto-foto dokumentasi.

Metode pengumpulan data secara sekunder ialah metode yang digunakan untuk mendapatkan data-data dari sumber-sumber lain. Data – data sekunder berupa peta topografi sungai dari *google earth* dan lebar Sungai.

Setelah dilakukan pengumpulan data, dilakukan pengolahan data berikut :

1. Kedalaman sungai

Kedalaman sungai diperlukan untuk melakukan perhitungan. Data kedalaman sungai diperoleh dengan melakukan pengukuran di lapangan dengan menggunakan alat *echo sounder*. Pengambilan data kedalaman dasar Sungai dilakukan pada titik yang ditentukan.

2. Penampang Melintang sungai

Penampang melintang sungai diperlukan untuk melakukan perhitungan. Data penampang melintang diperoleh setelah melakukan pengukuran lebar sungai dan kedalaman sungai, dengan cara memplot hasil pengukurannya.

3. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran diperlukan untuk melakukan perhitungan. Data Kecepatan aliran diperoleh dengan menggunakan alat *current meter* yang digunakan pada setiap bagian penampang melintang sungai.

3.4. Analisis Data

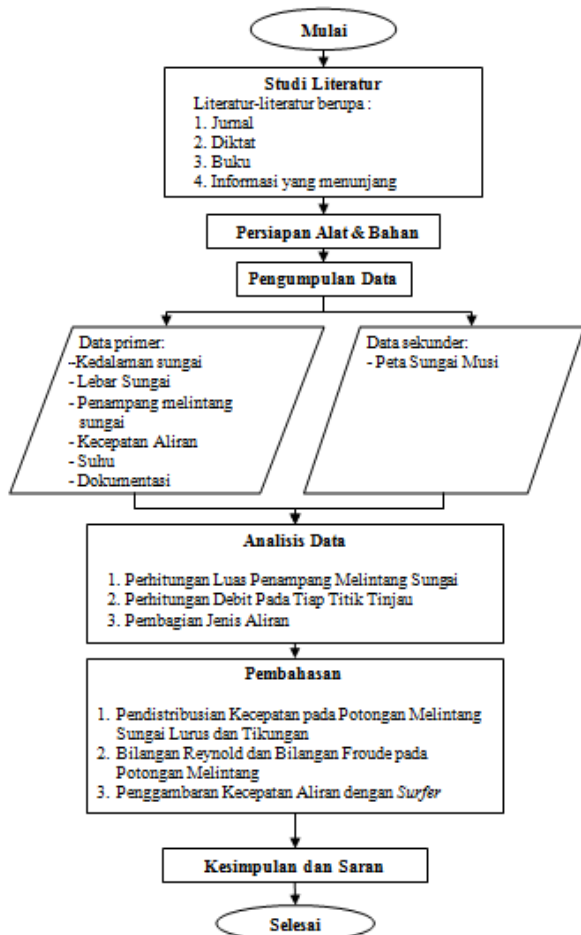
Data-data yang didapat dari pekerjaan lapangan yaitu berupa data primer dan data sekunder dianalisis dengan melakukan metode perhitungan yang dimulai

dari luasan pada potongan. Setelah perhitungan tersebut, maka didapat data kecepatan dilapangan akan didapatkan nilai debit aliran sungai pada waktu tertentu.

Setelah semua data-data yang diperlukan sudah didapatkan, kemudian akan dilakukan pengolahan data sebelum melakukan perhitungan atau pembahasan lebih lanjut. Lalu memplot hasil dari pengukuran lebar sungai dan kedalaman sungai sehingga gambaran dari bentuk dasar sungai di setiap penampang melintang dapat diketahui. Untuk mempermudah proses pengolahan data, maka dilakukan pengolahan data dengan bantuan *Microsoft Excel* dibutuhkan dalam pembuatan model saluran dengan menggunakan program Surfer.

3.3.6. Pembahasan

Hasil dari analisa data tersebut didapatkan keadaan distribusi kecepatan serta jenis aliran pada permukaan sungai di setiap potongan yang telah ditentukan saat penyusunan hasil perhitungan. Lalu bersama data kecepatan yang didapat dilapangan akan didapatkan nilai debit aliran sungai pada waktu tertentu. Pada akhirnya mendapatkan keadaan distribusi kecepatan serta jenis aliran pada permukaan sungai di setiap potongan yang telah ditentukan saat penyusunan hasil perhitungan.



Gambar III.1. Diagram Alir Penelitian

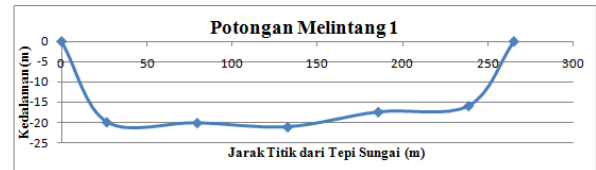
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Perhitungan

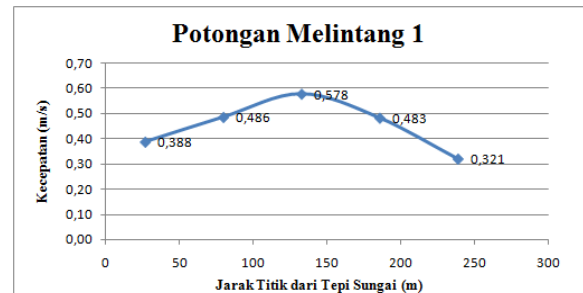


Gambar IV.1. Potongan Melintang pada daerah Jembatan Ampera sampai P.Kemaro

Pada analisis perhitungan ini penulis menjadikan acuan potongan dari tiga bagian awal yaitu lurus, kelokan, dan setelah kelokan. Satu potongan melintang setiap bagian dijadikan acuan data perhitungan karena terdapat kedalaman dan kecepatan paling tinggi dibandingkan dengan potongan melintang yang lain pada bagian masing-masing bagian.



Gambar IV.2. Grafik kedalaman terhadap jarak pada potongan melintang 1



Gambar IV.3. Grafik kecepatan terhadap jarak pada potongan melintang 1

Data yang didapatkan dari lapangan yang mewakili bagian (1) ini. Diketahui pada potongan melintang 1 (titik tinjau 3) :

Luas daerah titik tinjau 3
 $(159 \text{ m} - 106 \text{ m}) \times 19,6 \text{ m} = 1038,8 \text{ m}^2$

Debit aliran pada daerah titik 3

$$Q = V \times A$$

$$= 0,578 \text{ m}^3/\text{s} \times 1038,8 \text{ m}^2 = 600,43 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bilangan Froude

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

$$Fr = \frac{0,578 \text{ m/s}}{\sqrt{9,8 \text{ m/s}^2 \times 19,6 \text{ m}}} = 0,041705$$

Bilangan Reynolds

$$\begin{aligned} \text{Suhu} &= 29^\circ\text{C} \\ V &= 0,578 \text{ m/s} \\ D &= 19,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Kekentalan kinematis tergantung pada suhu suatu fluida. Kekentalan kinematis dapat dihitung dengan rumus $\nu = (1,14 - 0,031(T^\circ - 15) + 0,00068(T^\circ - 15)^2) \times 10^{-6}$

$$v = (1,14 - 0,031(T^\circ - 15) + 0,00068(T^\circ - 15)^2) 10^{-6}$$

$$= (1,14 - 0,031(29^\circ - 15) + 0,00068(29^\circ - 15)^2) 10^{-6}$$

$$= 0,8429 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

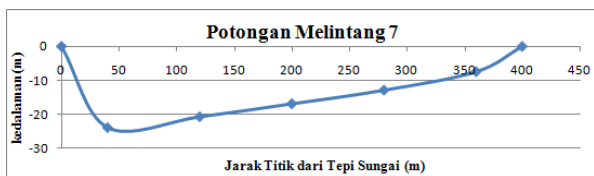
Dengan persamaan rumus maka didapat Angka Reynolds :

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

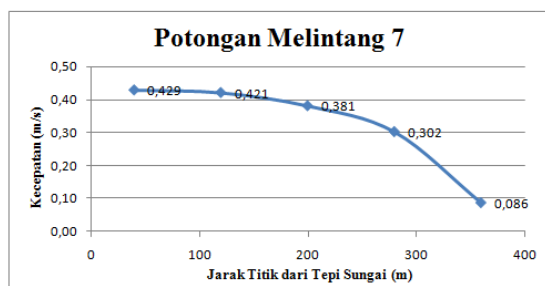
$$= \frac{0,578 \text{ m/s} \times 19,6 \text{ m}}{0,8429 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 134986236,58$$

Disini terlihat bahwa Bilangan Froude serta Bilangan Reynolds yang dapat diketahui adalah $Fr < 1$ (subkritis) dan $Re > 12500$ (turbulen)



Gambar IV.4. Grafik kedalaman terhadap jarak pada potongan melintang 7



Gambar IV.5. Grafik kecepatan terhadap jarak pada potongan melintang 7

Data yang didapatkan dari lapangan yang mewakili bagian (2) ini. Diketahui pada potongan melintang 7 (titik tinjau 1) :

Luas daerah titik tinjau 1

$$(120 \text{ m} - 40 \text{ m}) \times 22,8 \text{ m} = 1824 \text{ m}^2$$

Debit aliran pada daerah titik 1

$$Q = V \times A$$

$$= 0,429 \text{ m}^2/\text{s} \times 1824 \text{ m}^2 = 782,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bilangan Froude

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

$$Fr = \frac{0,428 \text{ m/s}}{\sqrt{9,8 \text{ m/s}^2 \times 20,2 \text{ m}}} = 0,030420$$

Bilangan Reynolds

Suhu = $28,1^\circ\text{C}$

$V = 0,429 \text{ m/s}$

$D = 22,8 \text{ m}$

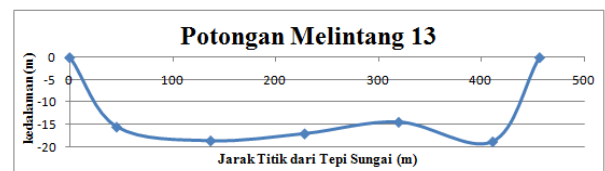
Dengan persamaan rumus maka didapat Angka Reynolds :

$$Re = \frac{VD}{\nu}$$

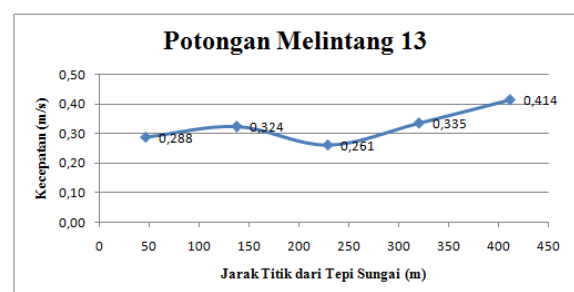
$$= \frac{0,429 \text{ m/s} \times 22,8 \text{ m}}{0,85059 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}}$$

$$= 11499247,35$$

Disini terlihat bahwa Bilangan Froude serta Bilangan Reynolds yang dapat diketahui adalah $Fr < 1$ (subkritis) dan $Re > 12500$ (turbulen)



Gambar IV.4. Grafik kedalaman terhadap jarak pada potongan melintang 13



Gambar IV.7. Grafik kecepatan terhadap jarak pada potongan melintang 13

Data yang didapatkan dari lapangan yang mewakili bagian (3) ini. Diketahui pada potongan melintang 13 (titik tinjau 5) :

Luas daerah titik tinjau 5

$$(411,3 \text{ m} - 319,9 \text{ m}) \times 17,8 \text{ m} = 1626,92 \text{ m}^2$$

Debit aliran pada daerah titik 5

$$Q = V \times A$$

$$= 0,414 \text{ m}^2/\text{s} \times 1626,92 \text{ m}^2 = 673,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

Bilangan Froude

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

$$Fr = \frac{0,414 \text{ m/s}}{\sqrt{9,8 \text{ m}^2/\text{s}^2 \times 17,8 \text{ m}}} = 0,031346$$

Bilangan Reynolds

$$\text{Suhu} = 27^\circ\text{C}$$

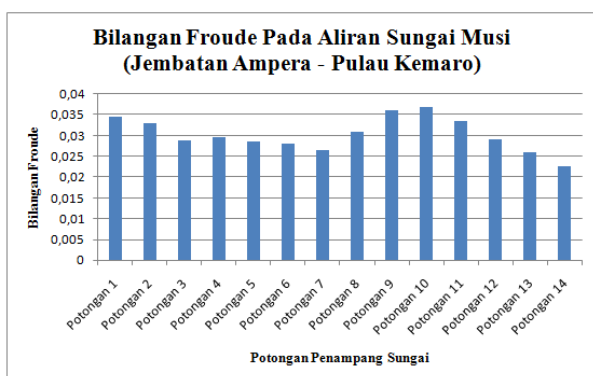
$$V = 0,414 \text{ m/s}$$

$$D = 17,8 \text{ m}$$

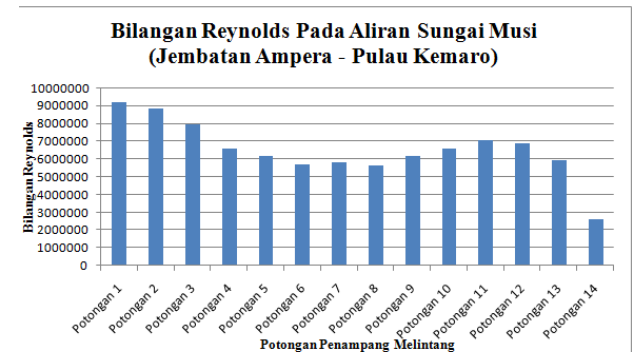
Dengan persamaan rumus maka didapat Angka Reynolds :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{VD}{\nu} \\ &= \frac{0,414 \text{ m/s} \times 17,8 \text{ m}}{0,87039 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \\ &= 8466596,17 \end{aligned}$$

Disini terlihat bahwa Bilangan Froude serta Bilangan Reynolds yang dapat diketahui adalah $Fr < 1$ (subkritis) dan $Re > 12500$ (turbulen)

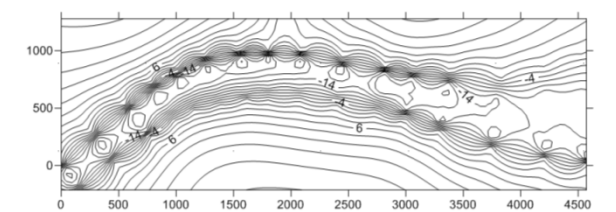


Gambar IV.8. Grafik Fr Aliran Sungai Musi (Jembatan Ampera – Pulau Kemaro)

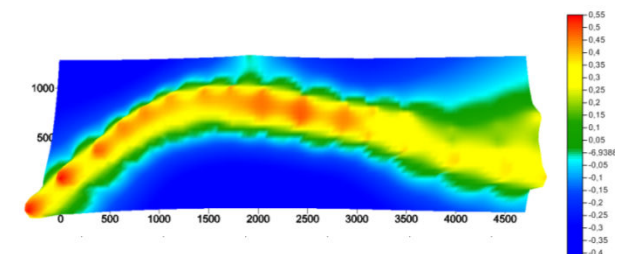


Gambar IV.9. Grafik Re Aliran Sungai Musi (Jembatan Ampera – Pulau Kemaro)

Program Surfer



Gambar IV.10. Kontur kedalaman dasar aluran dalam 2 Dimensi



Gambar IV.11. Pola kecepatan aliran

Pada penggambaran layout terlihat perbedaan warna yang terlihat jelas pada awal perpotongan yaitu berwarna merah pada tengah saluran (titik tinjau 3), lalu ketika mulai memasuki tikungan warna merah beralih kesisi luar tikungan (titik tinjau 1) dan pada potongan yang terakhir hanya terlihat warna kuning pekat pada sisi Ulu (titik tinjau 8-9) dan menjadi hijau pada sisi Ilir (titik tinjau 1-2). Setelah dianalisis maka diketahui bahwa debit aliran pada potongan 1 tidak memiliki nilai yang sama pada potongan terakhir hal ini disebabkan secara geometri, penampang melintang

sungai musu pada ruas ini memiliki beberapa anak sungai sehingga terjadi perubahan debit yaitu 2109,91 m³/s menjadi 2520,67 m³/s

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan penelitian data yang didapat pada Sungai Musi (Ruas Jembatan Ampera sampai dengan Pulau Kemaro) maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada bagian 1 (bagian lurus), yang ditujukan pada potongan melintang 1 yang bertempat pada Pasar 16 Ilir. Distribusi kecepatan maksimum terletak pada titik tinjau ke-3 yaitu ditengah-tengah saluran. Sebaliknya, semakin mendekati tepi saluran maka nilai kecepatan semakin kecil karena dipengaruhi oleh gaya gesek pada dinding saluran.
2. Pada bagian 2 (tikungan), yang ditujukan pada potongan melintang 7 yang berlokasi pada Pelabuhan Boom Baru. Distribusi kecepatan maksimum terletak pada tikungan luar penampang yaitu pada titik tinjau ke-1. Hal ini diakibatkan karena adanya gaya sentrifugal pada tikungan dan terjadinya sedimentasi pada tikungan dalam pada sekitar daerah Pelabuhan Boom Baru.
3. Pada bagian 3 (setelah tikungan). distribusi kecepatan maksimum terletak pada titik tikungan luar penampang (titik tinjau 1). Hal ini diakibatkan karena adanya gaya sentrifugal pada tikungan dan terjadinya sedimentasi pada tikungan dalam saluran. Perlahan menuju sisi kanan (titik tinjau 5), penampang saat memasuki akhir dari bagian (3) ini sekaligus akan mulainya percabangan akibat adanya Pulau Kemaro.
4. Pada penggambaran layout terlihat perbedaan warna yang terlihat jelas pada awal perpotongan yaitu berwarna merah pada tengah saluran (titik tinjau 3), lalu ketika mulai memasuki tikungan warna merah beralih kesisi luar tikungan (titik

tinjau 1) dan pada potongan yang terakhir terlihat warna kuning pekat pada sisi Ulu (titik tinjau 8) dan menjadi hijau pada sisi Ilir (titik tinjau 3).

5. Dari Bilangan Reynolds dan Bilangan Froude yang didapat. Jenis aliran pada seluruh potongan sungai ini adalah turbulen karena $Re > 12500$ dan merupakan jenis aliran subkritis karena $Fr < 1$. Namun setiap potongan memiliki variasi dari nilai Bilangan Froude dan Reynolds tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ir. H. Arifin Daud MT. dan Ir. H. Sarino MSCE.. atas bantuan dan masukannya untuk penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anasiru, Triyanti. 2005. *Analisa Perubahan Kecepatan Aliran pada Muara Sungai Palu*, Jurnal SMARTek. Vol. 3 No. 2, Palu.
- Chow, Ven Te. 1959, *Open Channel Hydraulics*. Kogakusha Company, Tokyo.
- Karnisah, Iin. 2010. *Hidrolika Terapan Saluran Terbuka*. Politeknik Negeri Bandung.
- Kodoatie, Robert J. 2002, *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa*, Andi, Yogyakarta.
- Mustain, Mahmud. 2011. *Mekanika Fluida*. ITPRESS, Surabaya.
- Rijn, Leo. C. Van. 1992. *Principles of Fluidflow and Surface Waves in Rivers, Estuaries, Seas, and Oceans*. Aqua Publications.
- Sari, Marmah Permata. *Distribusi Kecepatan Aliran pada Tikungan Sungai Akibat Variasi Debit dan Waktu (Kajian Laboratorium)*. Arsip Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya. 2013.
- Triatmojo, Bambang. 2008. *Hidrolika II*, Beta Offset : Yogyakarta.
- Umar, Sri Nurwahyuni. 2013. *Studi Experimen Distribusi Kecepatan Aliran Sungai*, Jurnal Bhs. Indonesia (D11108882), Makasar.